

УДК 621.01

С.О. КОШЕЛЬ, Г. В. КОШЕЛЬ

Київський національний університет технологій та дизайну

СТРУКТУРНИЙ АНАЛІЗ ПЛОСКИХ МЕХАНІЗМІВ ТРЕТЬОГО КЛАСУ

Розглянуто структурний аналіз механізмів 3-го класу на основі можливих варіантів груп Ассура третього класу з однією ведучою ланкою за допомогою умовної зміни ведучої ланки механізму, що дозволяє спростити кінематичний аналіз механізмів та збільшити точність результатів дослідження.

Ключові слова: група Асура, механізм, структурна формула, ланка.

Об'єкти та методи дослідження

Об'єктом є структурне дослідження механізмів 3-го класу на основі можливих модифікацій груп Ассура 3-го класу, що ураховує структурні особливості формули будови механізму в залежності від обраної ведучої ланки.

Задача розв'язана з використанням основних положень теорії будови механізмів курсу теорії механізмів і машин.

Постановка завдання

Метою роботи є структурне дослідження механізмів 3-го класу різних модифікацій з урахуванням властивостей структурних схем змінювати клас механізму в залежності від обраної вхідної ланки.

Результати та їх обговорення

Сучасні умови ринкових відносин вимагають від виробників обладнання легкої промисловості конкурентоспроможної продукції. Одним з основних параметрів, що впливає на продуктивність машин є швидкість (частота обертання) головного валу машини. У зв'язку з цим при проектуванні механізмів і машин важливу роль приділяють кінематичним та пов'язаними з ними силовими дослідженнями.

Механізми сучасного технологічного обладнання легкої промисловості відносяться до складних швидкісних механізмів, в яких використовуються структурні групи вищих класів. Це зумовлено складністю технологічного процесу утворення виробів у робочій зоні машини, для забезпечення якого необхідні специфічні складні рухи робочих органів машини, що в свою чергу вимагає від інженерів використання структурних груп вищих класів під час проектування схем механізмів таких машин.

В машинах легкої промисловості широке розповсюдження мають механізми третього класу за класифікацією Ассура [1]. На відмінність від механізмів другого класу, до складу яких надходять групи Ассура такого ж класу п'яти різних видів, механізми третього класу мають групи Ассура відповідного класу без визначення їх виду в зв'язку з значною кількістю їх модифікацій. Така «невизначеність» призводить до складнощів, які пов'язані з наступними кінематичними та подальшими динамічними дослідженнями таких механізмів, тому що саме формулою будови механізмів обумовлюється послідовність цих досліджень, тобто послідовність складання векторних кінематичних рівнянь, систем алгебраїчних залежностей, розв'язання яких дозволяє досягнути поставленої мети дослідження. Якщо урахувати те, що кінематичне дослідження груп Ассура третього та вище класів вимагає використання спеціальних методів дослідження, які не завжди мають аналітичний вигляд розрахунків у зв'язку з їх значною складністю, а переважно зводяться до графоаналітичних досліджень [1–3], стає зрозумілим прагнення дослідників спростити такі дослідження за допомогою структурної заміни механізмів вищих класів кінематично-еквівалентними механізмами нижчих класів. У формулах будови зазначених

механізмів присутні групи Ассура другого класу, степінь вільності та кінематичні параметри точок ланок механізму залишаються незмінними. Таке стає можливим, якщо в механізмі вищого класу (наприклад, третього) зі степенем вільності $W=1$ умовно змінити ведучу (вхідну) ланку механізму [4].

Розглянемо різні модифікації груп Ассура третього класу, що складаються з чотирьох ланок (2–5) та з шести кінематичних пар $A_1 - A_6$ (рис. 1–7)

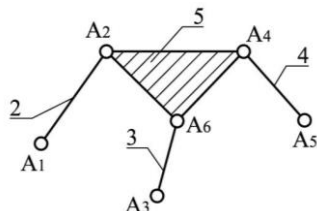


Рис. 1. Група Ассура третього класу з шістьма обертальними кінематичними парами

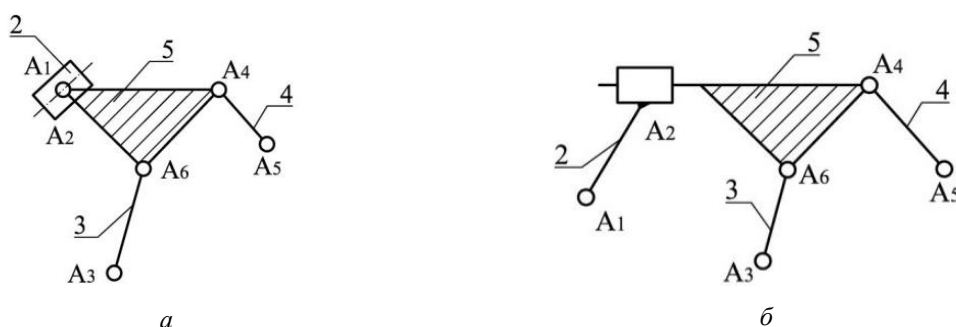


Рис. 2. Групи Ассура третього класу з п'ятьма обертальними та однією поступальною кінематичними парами: *a* – з зовнішньою поступальною парою A_1 ; *b* – з внутрішньою поступальною парою A_2

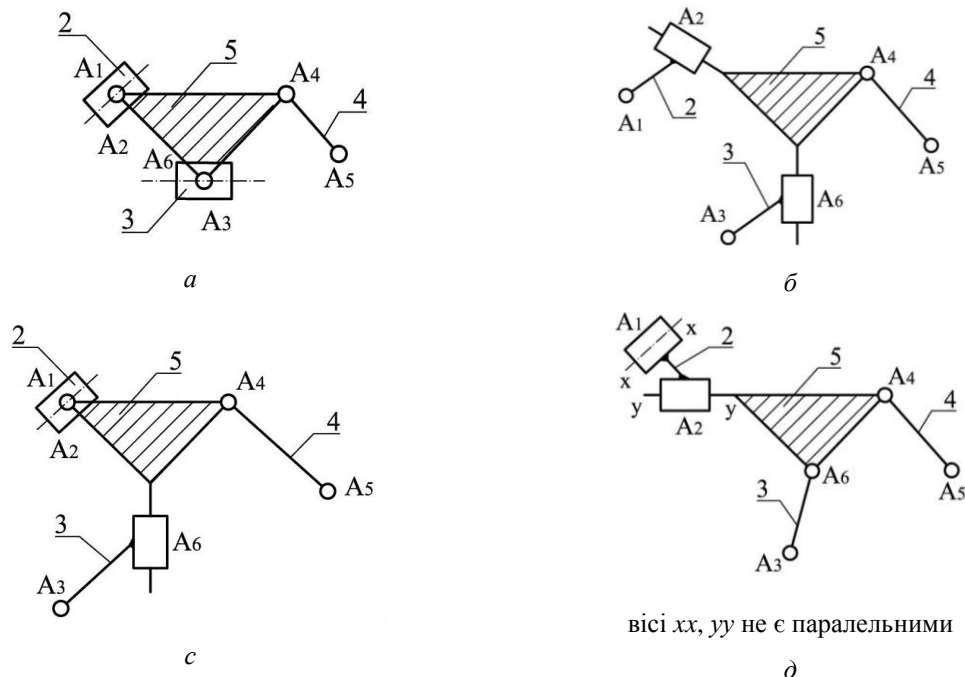


Рис. 3. Групи Ассура третього класу з чотирма обертальними та двома поступальними кінематичними парами: *a* – з двома зовнішніми поступальними парами A_1, A_3 ; *b* – з двома внутрішніми поступальними парами A_2, A_6 ; *c, d* – варіанти з однією, відповідно, внутрішньою A_6 (A_2) та однією зовнішньою A_1 поступальними парами

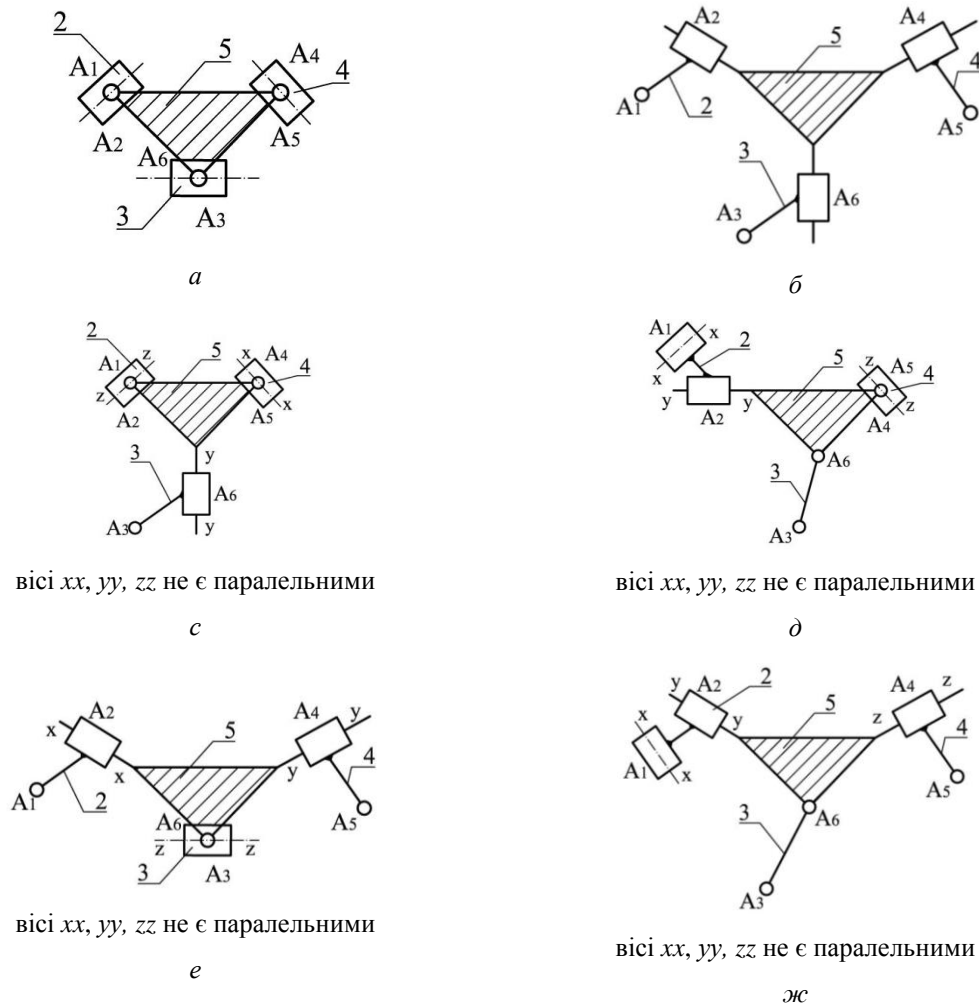
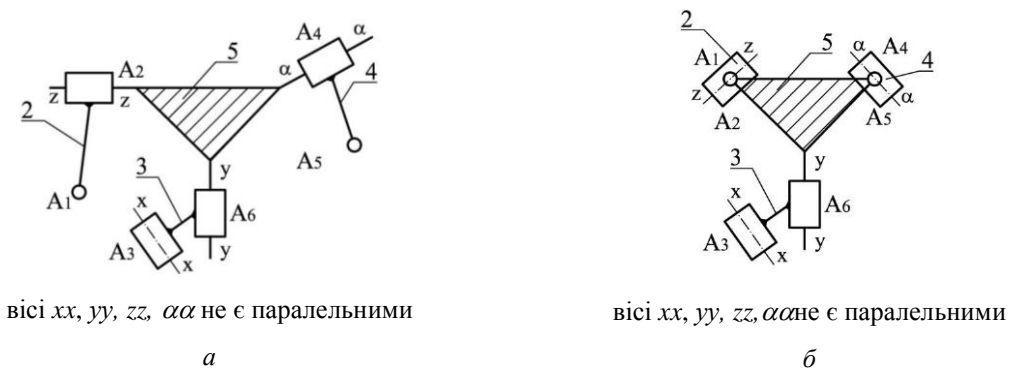


Рис. 4. Групи Ассура третього класу з трьома обертальними та трьома поступальними кінематичними парами: *a* – з трьома зовнішніми поступальними парами A_1, A_3, A_5 ; *б* – з трьома внутрішніми поступальними парами A_2, A_4, A_6 ; *c*; *д* – варіанти з двома зовнішніми A_1, A_5 та однією, відповідно, внутрішньою A_6 (A_2) поступальними парами; *e*; *ж*– варіанти з двома внутрішніми A_2, A_4 та однією, відповідно, зовнішньою A_3 (A_1) поступальними парами



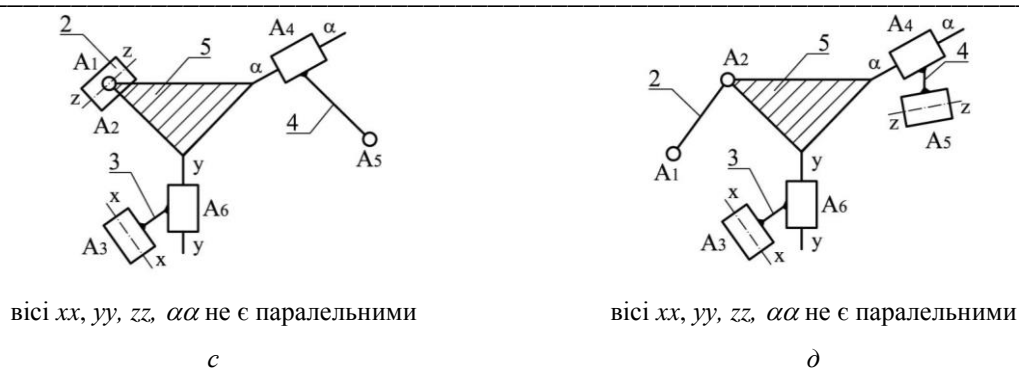


Рис. 5. Групи Ассура третього класу з чотирма поступальними та двома обертальними кінематичними парами: *a* – з двома зовнішніми обертальними парами A_1, A_5 ; *b* – з двома внутрішніми обертальними парами A_2, A_4 ; *c*; *d* – варіанти з однією внутрішньою A_2 , та однією, відповідно, зовнішньою A_5 (A_1) обертальними парами

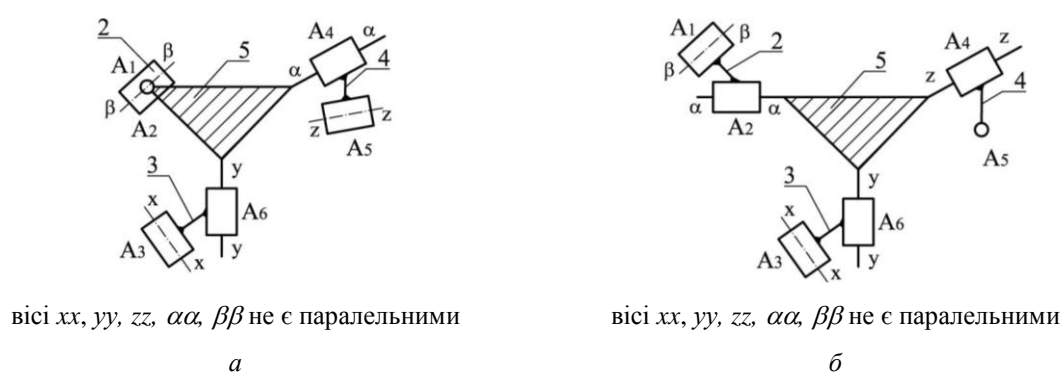


Рис. 6. Групи Ассура третього класу з п'ятьма поступальними та однією обертальною кінематичними парами:

a – з внутрішньою обертальною парою A_2 ; *b* – з зовнішньою обертальною парою A_5

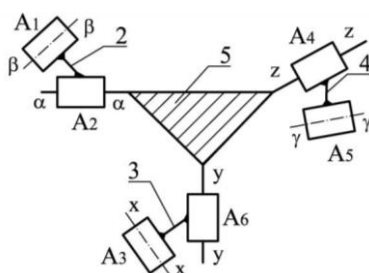


Рис. 7. Група Ассура третього класу з шістьма поступальними кінематичними парами

Для того, щоб визначити послідовність кінематичного дослідження на основі наведених варіантів груп Ассура третього класу згідно з умовною заміною ведучої ланки будемо вважати, що дійсна ведуча ланка 1 механізму (кривошип) утворює з ланкою 2 групи кінематичну пару A_1 , а дві інші зовнішні кінематичні пари A_3, A_5 утворені відповідними ланками 3, 4 групи Ассура та стояком 0. Результати дослідження для зручності наведені в таблиці.

Формули будови механізмів, що є кінематично-еквівалентними механізмам третього класу мають два варіанти (1, 2), що відповідають умовним ведучим ланкам 3, 4 умовного механізму.

Формули будов умовних кінематично-еквівалентних механізмів для різних модифікацій груп

Асура третього класу третього порядку

Варіант групи Асура механізму 3-го класу згідно з рис. №	Формули будов умовних кінематично-еквівалентних механізмів
1	<p>1) 1клас → 2клас 2порядок 1вид → 2клас 2порядок 1вид (лланк 0,3) (лланк 4,5) (лланк 1,2)</p> <p>2) 1клас → 2клас 2порядок 1вид → 2клас 2порядок 1вид (лланк 0,4) (лланк 3,5) (лланк 1,2)</p>
2	<p>1а) 1клас → 2клас 2порядок 1вид → 2клас 2порядок 3вид (лланк 0,3) (лланк 4,5) (лланк 1,2)</p> <p>2а) 1клас → 2клас 2порядок 1вид → 2клас 2порядок 3вид (лланк 0,4) (лланк 3,5) (лланк 1,2)</p> <p>1б) 1клас → 2клас 2порядок 1вид → 2клас 2порядок 2вид (лланк 0,3) (лланк 4,5) (лланк 1,2)</p> <p>2б) 1клас → 2клас 2порядок 1вид → 2клас 2порядок 2вид (лланк 0,4) (лланк 3,5) (лланк 1,2)</p>
3	<p>1а) 1клас → 2клас 2порядок 1вид → 2клас 2порядок 3вид (лланк 0,3) (лланк 4,5) (лланк 1,2)</p> <p>2а) 1клас → 2клас 2порядок 2вид → 2клас 2порядок 3вид (лланк 0,4) (лланк 3,5) (лланк 1,2)</p> <p>1б) 1клас → 2клас 2порядок 2вид → 2клас 2порядок 2вид (лланк 0,3) (лланк 4,5) (лланк 1,2)</p> <p>2б) 1клас → 2клас 2порядок 3вид → 2клас 2порядок 2вид (лланк 0,4) (лланк 3,5) (лланк 1,2)</p> <p>1с) 1клас → 2клас 2порядок 2вид → 2клас 2порядок 3вид (лланк 0,3) (лланк 4,5) (лланк 1,2)</p> <p>2с) 1клас → 2клас 2порядок 3вид → 2клас 2порядок 3вид (лланк 0,4) (лланк 3,5) (лланк 1,2)</p> <p>1д) 1клас → 2клас 2порядок 1вид → 2клас 2порядок 5вид (лланк 0,3) (лланк 4,5) (лланк 1,2)</p> <p>2д) 1клас → 2клас 2порядок 1вид → 2клас 2порядок 5вид (лланк 0,4) (лланк 3,5) (лланк 1,2)</p>

4	<p>1а) 1клас → 2клас 2порядок 2вид → 2клас 2порядок 3вид (лланк 0,3) (лланк 4,5) (лланк 1,2)</p> <p>2а) 1клас → 2клас 2порядок 2вид → 2клас 2порядок 3вид (лланк 0,4) (лланк 3,5) (лланк 1,2)</p> <p>1б) 1клас → 2клас 2порядок 5вид → 2клас 2порядок 2вид (лланк 0,3) (лланк 4,5) (лланк 1,2)</p> <p>2б) 1клас → 2клас 2порядок 5вид → 2клас 2порядок 2вид (лланк 0,4) (лланк 3,5) (лланк 1,2)</p> <p>1с) 1клас → 2клас 2порядок 4вид → 2клас 2порядок 3вид (лланк 0,3) (лланк 4,5) (лланк 1,2)</p> <p>2с) 1клас → 2клас 2порядок 3вид → 2клас 2порядок 3вид (лланк 0,4) (лланк 3,5) (лланк 1,2)</p> <p>1д) 1клас → 2клас 2порядок 2вид → 2клас 2порядок 5вид (лланк 0,3) (лланк 4,5) (лланк 1,2)</p> <p>2д) 1клас → 2клас 2порядок 1вид → 2клас 2порядок 5вид (лланк 0,4) (лланк 3,5) (лланк 1,2)</p> <p>1е) 1клас → 2клас 2порядок 3вид → 2клас 2порядок 2вид (лланк 0,3) (лланк 4,5) (лланк 1,2)</p> <p>2е) 1клас → 2клас 2порядок 4вид → 2клас 2порядок 2вид (лланк 0,4) (лланк 4,5) (лланк 1,2)</p> <p>1ж) 1клас → 2клас 2порядок 3вид → 2клас 2порядок 5вид (лланк 0,3) (лланк 4,5) (лланк 1,2)</p> <p>2ж) 1клас → 2клас 2порядок 2вид → 2клас 2порядок 5вид (лланк 0,4) (лланк 3,5) (лланк 1,2)</p>
5	<p>1а) 1клас → 2клас 2порядок 5вид → 2клас 2порядок 2вид (лланк 0,3) (лланк 4,5) (лланк 1,2)</p> <p>2а) 1клас → 2клас 2порядок 6вид → 2клас 2порядок 2вид (лланк 0,4) (лланк 3,5) (лланк 1,2)</p> <p>1б) 1клас → 2клас 2порядок 4вид → 2клас 2порядок 3вид (лланк 0,3) (лланк 4,5) (лланк 1,2)</p> <p>2б) 1клас → 2клас 2порядок 5вид → 2клас 2порядок 3вид (лланк 0,4) (лланк 3,5) (лланк 1,2)</p>

	<p>1с) 1клас → 2клас 2порядок 5вид → 2клас 2порядок 3вид (лланк 0,3) (лланк 4,5) (лланк 1,2)</p> <p>2с) 1клас → 2клас 2порядок 6вид → 2клас 2порядок 3вид (лланк 0,4) (лланк 3,5) (лланк 1,2)</p> <p>1д) 1клас → 2клас 2порядок 6вид → 2клас 2порядок 1вид (лланк 0,3) (лланк 4,5) (лланк 1,2)</p> <p>2д) 1клас → 2клас 2порядок 6вид → 2клас 2порядок 1вид (лланк 0,4) (лланк 3,5) (лланк 1,2)</p>
6	<p>1а) 1клас → 2клас 2порядок 6вид → 2клас 2порядок 3вид (лланк 0,3) (лланк 4,5) (лланк 1,2)</p> <p>2а) 1клас → 2клас 2порядок 6вид → 2клас 2порядок 3вид (лланк 0,4) (лланк 3,5) (лланк 1,2)</p> <p>1б) 1клас → 2клас 2порядок 5вид → 2клас 2порядок 5вид (лланк 0,3) (лланк 4,5) (лланк 1,2)</p> <p>2б) 1клас → 2клас 2порядок 6вид → 2клас 2порядок 5вид (лланк 0,4) (лланк 4,5) (лланк 1,2)</p>
7	<p>1) 1клас → 2клас 2порядок 6вид → 2клас 2порядок 5вид (лланк 0,3) (лланк 4,5) (лланк 1,2)</p> <p>2) 1клас → 2клас 2порядок 6вид → 2клас 2порядок 5вид (лланк 0,4) (лланк 4,5) (лланк 1,2)</p>

Аналіз формул наведених в таблиці дозволяє стверджувати, що будь-який механізм третього класу зі степенем вільності $W=1$ може бути кінематично досліджений в послідовності, яка обумовлена формулами будови умовних кінематично-еквівалентних механізмів другого класу.

Висновки

Зроблено структурне дослідження механізмів 3-го класу на основі можливих модифікацій груп Ассура 3-го класу за допомогою умовної зміни ведучої ланки механізму.

Отримані результати дозволяють значно спростити кінематичний аналіз таких механізмів та збільшити точність результатів дослідження.

Список використаної літератури

1. Артоболевский И.И. Теория механизмов и машин. – М.: Наука, 1988 – 640 с.
2. Баранов Г.Г. Курс теории механизмов и машин. – М.: Машиностроение, 1975 – 494 с.
3. Сборник научно-методических статей по теории механизмов и машин. Выпуск 9. – М.: Высш. шк., 1982. – 160 с.
4. Кошель С.О. Аналіз плоских механізмів з структурними групами 3-го класу / Кошель С.О., Кошель Г.В. – // К.: Вісник КНУТД. – 2012 – № 4, с. 22–26.

Стаття надійшла до редакції 25.01.2013

Структурный анализ плоских механизмов третьего класса

Кошель С. О., Кошель А. В.

Киевский национальный университет технологий и дизайна

Рассмотрен структурный анализ механизмов 3-го класса на основе возможных вариантов групп Ассура третьего класса с одним ведущим звеном при помощи условного изменения ведущего звена механизма, позволяющего упростить кинематический анализ механизмов и увеличить точность результатов исследования.

Ключевые слова: группа Ассура, механизм, структурная формула, звено.

Structural analysis of plane mechanisms third grade

S. Koshel, A. Koshel

Kyiv National University of Technologies and Design

Structural analysis of the mechanisms of the 3rd class based options groups Assyrians third class with one leading component using conditional changes leading level mechanism to simplify the kinematic analysis of mechanisms and increase the accuracy of the results.

Keywords: Assur group, mechanism, structural formula, link.